



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND  
  
DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 100 54 517 A 1

⑯ Int. Cl. 7:  
H 04 L 7/02  
H 04 J 13/00  
// H04B 7/216

⑯ Aktenzeichen: 100 54 517.3  
⑯ Anmeldetag: 3. 11. 2000  
⑯ Offenlegungstag: 29. 5. 2002

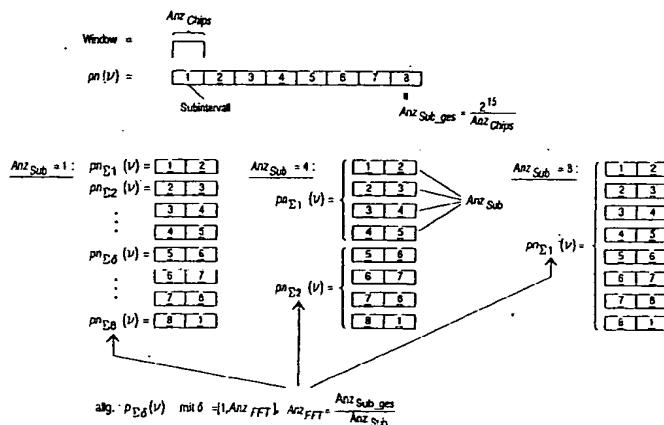
⑯ Anmelder:  
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG, 81671  
München, DE  
  
⑯ Vertreter:  
Mitscherlich & Partner, Patent- und Rechtsanwälte,  
80331 München

⑯ Erfinder:  
Schmidt, Kurt, Dr., 85567 Grafing, DE  
  
⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:  
DE 199 53 349 A1  
DE 199 19 545 A1  
JP 09018458 A, In: Patent Abstracts of Japan;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- ⑯ Verfahren zur Synchronisation eines CDMA-Signals  
⑯ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Synchronisation einer Eingangs-Chip-Sequenz eines CDMA-Signals mit einer Pilot-Chip-Sequenz ( $pn(v)$ ) und umfaßt folgende Verfahrensschritte:  
- Zerlegen der Pilot-Chip-Sequenz ( $pn(v)$ ) in Subintervalle (1, 2, 3...8),  
- Zusammenfassen einer bestimmten Anzahl (2 · AnzSub) der Subintervalle (1, 2, 3...8) zu Subintervallgruppen,  
- Bilden von einer oder mehreren summierten Subintervallgruppe(n) ( $pn_{\Sigma}(v)$ ...) durch zeilenweises, paarweises Anordnen jeweils hintereinander folgender Subintervalle (1, 2; 2, 3; 3, 4; ...8, 1), wobei das erste Subintervall einer bestimmten Zeile jeweils das zweite Subintervall der vorangegangenen Zeile ist, und spaltenweises Addieren der Chips aller zeilenweise, paarweise angeordneten Subintervalle (1, 2; 2, 3; 3, 4; ...8, 1) und  
- Korrelieren der Eingangs-Chip-Sequenz mit jeder summierten Subintervallgruppe ( $pn_{\Sigma}(v)$ ...) in einer ersten Korrelation (5; 5a; 5b) zur Bestimmung eines Versatzes (Offset) zwischen der Eingangs-Chip-Sequenz und der bzw. den summierten Subintervallgruppe(n) ( $pn_{\Sigma}(v)$ ...).



DE 100 54 517 A 1

## Beschreibung

- [0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Synchronisation eines CDMA-Signals. Bei dem CDMA (Code Division Multiplex Access)-Verfahren werden mehrere orthogonale Codes gleichzeitig übertragen. Dadurch werden die Symbole bekanntermaßen gespeizt, so daß jedes Symbol aus mehreren Chips besteht. Dabei besteht die Notwendigkeit, eine sogenannte Pilot-Synchronisation vorzunehmen. Bei der Pilot-Synchronisation wird die Eingangs-Chip-Sequenz mit einer bekannten Pilot-Chip-Sequenz verglichen, um einen Versatz (Offset) zwischen der Eingangs-Chip-Sequenz und der Pilot-Chip-Sequenz, die allgemein als pn-Sequenz bezeichnet wird, zu ermitteln. Zur Bestimmung dieses Versatzes wird beispielsweise bei dem Standard IS-95 die Information in einem Pilot-Kanal ausgenutzt, welche die Besonderheit hat, daß sowohl die Symbole als auch der Walsh-Code konstant 1 ist und damit nur die pn-Sequenz vorliegt.
- [0002] Die Synchronisation der Eingangs-Chip-Sequenz mit der Pilot-Chip-Sequenz (pn-Sequenz) erfolgt üblicherweise durch Korrelation. Die pn-Sequenz hat eine Periodizität von  $2^{15}$  Chips und ist somit relativ lang. Eine direkte Korrelation der Eingangs-Chip-Sequenz mit der Pilot-Chip-Sequenz führt bei einer Hardware-Implementierung zu einer relativ hohen Gatter-Bedarf bzw. bei einer Software-Implementierung zu einer relativ langen Rechenzeit.
- [0003] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Synchronisation einer Eingangs-Chip-Sequenz eines CDMA-Signals mit einer Pilot-Chip-Sequenz zu schaffen, die aufgrund eines leistungsfähigen Algorithmus mit einer geringen Rechenzeit auskommt.
- [0004] Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Die Unteransprüche beinhalten vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.
- [0005] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß durch Bilden geeigneter Subintervallgruppen durch geeignetes zeilenweises, paarweises Anordnen und spaltenweises Summieren dieser Subintervalle die Korrelation wesentlich verkürzt werden kann, da anstatt einer Korrelation mit der gesamten Pilot-Chip-Sequenz nur eine Korrelation mit der wesentlich kürzeren summierten Subintervallgruppe durchgeführt werden muß. Im einfachsten Fall wird nur eine einzige summierte Subintervallgruppe gebildet, die alle Subintervalle umfaßt. Ist dies aufgrund des Stör-Abstands nicht möglich, so können auch mehrere summierte Subintervallgruppen gebildet werden, die jeweils einen Teil der verschiedenen Subintervalle umfassen. Das Korrelationsergebnis ist dann zwar nicht eindeutig; welche Folge in der betrachteten Summierten Subintervallgruppe die Richtige ist, läßt sich jedoch mit einer einfachen zweiten Korrelation schnell ermitteln. Bei der zweiten Korrelation müssen nur wenige Hypothesen bei bekanntem Zeitversatz getestet werden. Damit ist dieser Rechenzeitbedarf vernachlässigbar.
- [0006] Die Erfindung wird nachfolgend anhand mehrerer bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben. In der Zeichnung zeigen:
- [0007] Fig. 1 eine schematische Darstellung von drei Ausführungsbeispielen zur Bildung der summierten Subintervallgruppen,
- [0008] Fig. 2 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens
- [0009] Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.
- [0010] Fig. 1 zeigt ein Schema zur Veranschaulichung der Bildung der summierten Subintervallgruppen. Die Pilot-Chip-Sequenz  $pn(v)$  (im allgemeinen auch als pn-Sequenz bezeichnet) wird in mehrere Subintervalle, im dargestellten Ausführungsbeispiel in acht Subintervalle  $1, 2, 3, \dots, 8$ , zerlegt. Die Pilot-Chip-Sequenz  $pn(v)$  besteht insgesamt im dargestellten Beispiel aus  $2^{15}$  Chips. Jedes Subintervall  $1, 2, 3, \dots, 8$  besteht aus  $Anz_{Chips}$  Chips. Somit werden insgesamt

$$Anz_{Sub\_ges} = \frac{2^{15}}{Anz_{Chips}} \quad (1)$$

- [0011] Subintervalle gebildet, im Beispiel acht Subintervalle. Die Beobachtungslänge  $Anz_{Chips}$  darf nur so groß gewählt werden, daß die Phasenänderung aufgrund des Frequenzfehlers der Empfangsfolge hinreichend klein ist.
- [0012] In Fig. 1 sind drei Beispiele zur Bildung der summierten Subintervallgruppen aus den Subintervallen  $1, 2, 3, \dots, 8$ , dargestellt. Im in Fig. 1 unten links dargestellten Ausführungsbeispiel werden acht summierte Subintervallgruppen  $pn_{\Sigma 1}(v), pn_{\Sigma 2}(v), \dots, pn_{\Sigma 8}(v), \dots, pn_{\Sigma 8}(v)$  gebildet. Die Anzahl der überlagerten Subintervalle innerhalb einer Gruppe beträgt  $Anz_{Sub} = 1$ . Bei dem in Fig. 1 unten in der Mitte dargestellten Ausführungsbeispiel beträgt der Parameter  $Anz_{Sub} = 4$  und es werden  $8/4 = 2$  summierte Subintervalle  $pn_{\Sigma 1}(v)$  und  $pn_{\Sigma 2}(v)$  gebildet. Bei dem in Fig. 1 unten rechts dargestellten Ausführungsbeispiel beträgt der Parameter  $Anz_{Sub} = 8$  und es wird nur eine einzige Subintervallgruppe  $pn_{\Sigma 1}(v)$  gebildet.
- [0013] Den Bildungsvorschriften zur Bildung der summierten Subintervallgruppen ist gemeinsam, daß die Subintervalle  $1, 2, 3, \dots, 8$  jeweils zeilenweise, paarweise angeordnet werden. Die Anordnung erfolgt fortlaufend in der Weise, daß das erste Subintervall einer bestimmten Zeile mit dem zweiten identisch ist. Das erste Subintervall  $1$  in der ersten Zeile ist dabei mit dem letzten Subintervall  $1$  in der letzten Zeile identisch, so daß die Anordnung zyklisch geschlossen ist.
- [0014] Sodann erfolgt eine spaltenweise Summation der Chips aller Zeilen einer zu bildenden summierten Subintervallgruppe. Da bei dem in Fig. 1 unten links dargestellten Ausführungsbeispiel jede Subintervallgruppe  $pn_{\Sigma 8}(v)$  nur eine einzige Zeile umfaßt, besteht Summation bei diesem besonderen Ausführungsbeispiel nur jeweils aus einem einzigen Summanden und kann unterbleiben.
- [0015] Bei dem in Fig. 1 in der Mitte dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt die Summation jeweils über vier Zeilen, d. h. das erste Chip der ersten summierten Subintervallgruppe  $pn_{\Sigma 1}(v)$  besteht aus der Summe aus dem ersten Chip des Subintervalls  $1$ , dem ersten Chip des Subintervalls  $2$ , dem ersten Chip des Subintervalls  $3$  und dem ersten Chip des Subintervalls  $4$ . Das letzte Chip der ersten summierten Subintervallgruppe  $pn_{\Sigma 1}(v)$  besteht aus der Summe aus dem letz-

ten Chip des Subintervalls 2, dem letzten Chip des Subintervalls 3, dem letzten Chip des Subintervalls 4 und dem letzten Chip des Subintervalls 5. Entsprechend besteht das erste Chip der zweiten summierten Subintervallgruppe  $pn_{\Sigma 2}(v)$  aus der Summe des ersten Chips des Subintervalls 5, des ersten Chips des Subintervalls 6, des ersten Chips des Subintervalls 7 und des ersten Chips des Subintervalls 8. Das letzte Chip der zweiten summierten Subintervallgruppe  $pn_{\Sigma 2}(v)$  besteht aus der Summe aus dem letzten Chip des Subintervalls 6, dem letzten Chip des Subintervalls 7, dem letzten Chip des Subintervalls 8 und dem letzten Chip des Subintervalls 1.

[0016] Bei dem in **Fig. 1** unten rechts dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt die Summation über alle Zeilen der zeilenweise, paarweise angeordneten Subintervalle, d. h. das erste Chip der einzigen Subintervallgruppe  $pn_{\Sigma 1}(v)$  besteht aus der Summe des ersten Chips des Subintervalls 1, des ersten Chips des Subintervalls 2, des ersten Chips des Subintervalls 3, des ersten Chips des Subintervalls 4, des ersten Chips des Subintervalls 5, des ersten Chips des Subintervalls 6, des ersten Chips des Subintervalls 7 und des ersten Chips des Subintervalls 8, während das letzte Chip der einzigen summierten Subintervallgruppe  $pn_{\Sigma 1}(v)$  aus der Summe des letzten Chips des Subintervalls 2, des letzten Chips des letzten Subintervalls 3, des letzten Chips des Subintervalls 1, des letzten Chips des Subintervalls 5, des letzten Chips des Subintervalls 6 des letzten Chips des Subintervalls 7, des letzten Chips des Subintervalls 8 und des letzten Chips des Subintervalls 1 besteht.

[0017] **Fig. 2** zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer Anordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, das sich auf die Bildung der summierten Subintervallgruppe  $pn_{\Sigma 1}(v)$  entsprechend dem in **Fig. 1** unten rechts dargestellten Ausführungsbeispiels mit  $Anz_{Sub} = 8$  bezieht. Zunächst erfolgt ein Downsampling in einem Downampler 2, an dessen Ausgang die Eingangs-Chip-Sequenz  $x(v)$  zur Verfügung steht. Bei der Eingangs-Chip-Sequenz  $x(v)$  handelt es sich um ein CDMA-Signal, bei welchem bekanntermaßen jedes Symbol in mehrere Chips gespeist ist. Diese Eingangs-Chip-Sequenz  $x(v)$  soll mit dem erfindungsgemäßen Verfahren mit der Pilot-Chip-Sequenz  $pn(v)$  synchronisiert werden, wobei die Pilot-Chip-Sequenz  $pn(v)$  wie anhand von **Fig. 1** beschrieben aufbereitet wurde, indem sie in Subintervalle zerlegt wurde und eine summierte Subintervallgruppe  $pn_{\Sigma 1}(v)$  gebildet wurde. Dies hat den Vorteil, daß nicht wie im Stand der Technik üblich eine Korrelation mit der gesamten Pilot-Chip-Sequenz  $pn(v)$ , die im Ausführungsbeispiel die Länge  $2^{15}$  Chips hat, durchgeführt werden muß, sondern nur eine Korrelation mit der im Ausführungsbeispiel auf  $2^{15}/4 = 2^{13}$  Chips verkürzten summierten Subintervallgruppe  $pn_{\Sigma 1}(v)$ . Üblicherweise wird diese Korrelation nicht als Faltung im Zeitbereich sondern als Multiplikation im Frequenzbereich durchgeführt. Die dafür notwendige Fourier-Transformation erfordert deshalb bei dem erfindungsgemäßen Verfahren einen wesentlich geringeren Aufwand, ferner kann die Multiplikation schneller durchgeführt werden.

[0018] Wie in **Fig. 2** dargestellt erfolgt in dem Multiplizierer 3 zunächst eine Begrenzung des Zeitfensters 13 der Eingangs-Chip-Sequenz  $x(v)$  auf die Anzahl der Chips pro Subintervall  $Anz_{Chips}$ . Sodann erfolgt im Schritt 4 eine Fourier-Transformation der zeitlich begrenzten Eingangs-Chip-Sequenz  $x_t(v)$  zu  $X_T(f)$ , der entsprechenden Darstellung im Frequenzbereich. Die vorstehend beschriebene erste Korrelation 5 der Eingangs-Chip-Sequenz mit der summierten Subintervallgruppe  $pn_{\Sigma 1}(v)$  wird, wie in **Fig. 2** veranschaulicht, durch Multiplikation der Fourier-transformierten  $PN_{\Sigma 1}(f)$  mit dem Konjugiertkomplexen  $X^*(f)$  durchgeführt. Schließlich erfolgt eine Fourier-Rücktransformation 6 in den Zeitbereich, wobei am Ausgang des ersten Korrelators 5 das Korrelationsergebnis  $corr(v)$  zur Verfügung steht. In einer Einrichtung 7 wird das Betragsquadrat des Korrelationsergebnisses der ersten Korrelation ermittelt und in einer Einrichtung 8 wird das Maximum des Betragsquadrats des Korrelationsergebnisses  $|corr(v_{max})|^2$  ermittelt. Aus dem Betragsquadrat des Maximums des Korrelationsergebnisses läßt sich der geschätzte Versatz Offset zwischen der Eingangs-Chip-Sequenz  $x(v)$  und der Pilot-Chip-Sequenz  $pn(v)$  wie folgt ermitteln:

$$\text{Offset} = v_{max} + \alpha \cdot Anz_{Chips} \quad (2)$$

[0019] Das Ergebnis für den geschätzten Versatz Offset ist nicht eindeutig, da es aufgrund der anhand von **Fig. 1** unten rechts erläuterten Bildungsvorschrift für die summierte Subintervallgruppe  $pn_{\Sigma 1}(v)$  für ein bestimmtes Korrelationsergebnis insgesamt acht mögliche Positionen für das ermittelte Maximum innerhalb der Pilot-Chip-Sequenz  $pn(v)$  ergibt. Allgemein ausgedrückt gibt es  $Anz_{Sub\_ges}$  verschiedene Lösungsmöglichkeiten, die mit der Anzahl der Chips pro Subintervall  $Anz_{Chips}$  Periodisch sind, was in der Formel (2) zum Ausdruck kommt. Es muß nun lediglich noch der Periodizitätsfaktor  $\alpha$  ermittelt werden.

[0020] Dies erfolgt mittels einer zweiten Korrelation 9. Hierzu wird das Konjugiertkomplexe der Pilot-Chip-Sequenz  $pn^*$  nacheinander mit den im Ausführungsbeispiel acht verschiedenen Lösungen für den Versatz Offset verschoben und in einem Multiplizierer 10 mit der Eingangs-Chip-Sequenz  $x(v)$  multipliziert. Die Faltung wird nur zu einem einzigen Zeitpunkt berechnet, da der Versatz bereits bekannt ist, und durch eine einfache Multiplikation nur noch getestet werden muß, bei welcher der acht verschiedenen Lösungen für den Versatz das größte Korrelationsmaximum auftritt. Deswegen kann die zweite Korrelation 9 im Zeitbereich durchgeführt werden und eine Fourier-Transformation ist nicht erforderlich. Ferner kann das zweite Zeitfenster 11 für die zweite Korrelation 9 im Vergleich zu dem ersten Zeitfenster 12 für die erste Korrelation 5 aufgrund der nicht überlagerten Korrelation eingeschränkt werden. Vorzugsweise beträgt es ein ganzzahliges Vielfaches der Anzahl der Chips pro Symbol  $Anz_{Symbol}$ , im dargestellten Ausführungsbeispiel  $64 \cdot Anz_{Symbol}$  Chips. Die Begrenzung auf das zweite Zeitfenster 11 erfolgt in einem Multiplizierer 13.

[0021] Das Ergebnis der zweiten Korrelation  $corr(\alpha)$  wird einer Einrichtung 14 zur Betragsquadratbildung zugeführt. Die zweite Korrelation 9 wird nacheinander für alle möglichen Ergebnisse des Versatzes Offset durchgeführt, im dargestellten Ausführungsbeispiel also insgesamt achtmal. Statt einer seriellen Behandlung der unterschiedlichen Versatze Offset können diese acht verschiedenen möglichen Ergebnisse natürlich auch parallel in parallel angeordneten zweiten Korrelatoren 9 verarbeitet werden, so daß die zweiten Korrelationsergebnisse noch schneller zur Verfügung stehen.

[0022] Im dargestellten Ausführungsbeispiel werden die verschiedenen Korrelationsergebnisse in einem Pufferspeicher 16 zwischengespeichert. Anschließend werden die Maxima aller  $Anz_{sub\_ges}$  Ergebnisse der zweiten Korrelation 9 in einer Einrichtung 15 verglichen und das größte Maximum bestimmt. Derjenige Faktor  $\alpha$ , bei welchem das größte Maximum auftritt (im in **Fig. 2** dargestellten Beispiel  $\alpha = 1$ ) wird in die Formel (2) eingesetzt und es ergibt sich der endgültige

## Versatz Offset.

[0023] Das in **Fig. 2** dargestellte Ausführungsbeispiel hat den Vorteil, daß nur eine einzige erste Korrelation 5 durchgeführt werden muß. Der endliche Störabstand wird durch additive Störungen und durch die i. a. dominierenden Kreuzkorrelation der Empfangsfolge mit der Syncfolge verursacht. Die zweite Störquelle hängt davon ab, wie groß die Beobachtungslänge  $Anz_{Chips}$  ist und die Anzahl der Subintervalle  $Anz_{sub}$  gewählt wurde. Bei hinreichend großem Stör-Abstand ist dies deshalb das bevorzugte Ausführungsbeispiel. Mit steigender Anzahl von überlagerten Subintervallen  $Anz_{sub}$  gehen durch die spaltenweise Summation mehrere Subintervalle ein und es reduziert sich der Störabstand. Bei zu niedrigem Störabstand empfiehlt es sich, mehrere summierte Subintervallgruppen  $pn_{\Sigma_1}(v), pn_{\Sigma_2}(v), \dots$  zu bilden (vgl. das linke und mittlere Ausführungsbeispiel in **Fig. 1**) und diese in parallel angeordneten ersten Korrelatoren zu verarbeiten.

[0024] **Fig. 3** zeigt ein diesbezügliches Ausführungsbeispiel, wobei bereits anhand von **Fig. 2** beschriebene Elemente mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen sind, und sich insoweit eine wiederholende Beschreibung erübrigt.

[0025] Im Gegensatz zu dem in **Fig. 2** dargestellten Ausführungsbeispiel sind bei dem in **Fig. 3** dargestellten Ausführungsbeispiel mehrere Korrelatoren 5a, 5b vorgesehen, und zwar für jede gebildete summierte Subintervallgruppe  $pn_{\Sigma_1}(v), pn_{\Sigma_2}(v), \dots$  jeweils ein erster Korrelator 5a bzw. 5b. Die Korrelation erfolgt dort jeweils mit der zugeordneten Subintervallgruppe  $pn_{\Sigma_1}(v), pn_{\Sigma_2}(v)$ , usw. Nach den ersten Korrelationen 5a, 5b erfolgt die Bildung des Betragsquadrats in Einrichtungen 7a, 7b und jeweils die Bestimmung des Maximums der jeweiligen Korrelation in Einrichtungen 8a bzw. 8b. In einer Einrichtung 17 wird das Maximum der einzelnen Maxima aus den einzelnen Korrelationszweigen gebildet, so daß am Ausgang das Ergebnis  $Ikorr_{v_{max}\delta_{max}}^2$  zur Verfügung steht. Für den Versatz Offset gilt:

$$\text{Offset} = v_{max} + (\delta_{max} - 1) \cdot \frac{2^{15}}{Anz_{FFT}} + \alpha \cdot Anz_{Chips} \quad (3)$$

mit

$$Anz_{FFT} = Anz_{sub-ges} / Anz_{sub} \quad (4)$$

[0026] Auch hier ist das Ergebnis bezüglich des Faktors  $\alpha$  uneindeutig. Der Faktor  $\alpha$  ist jedoch aus dem Intervall zwischen 0 und  $Anz_{sub}-1$  und es gibt somit weniger mögliche Lösungen, die mit der zweiten Korrelation in dem zweiten Korrelator 9 ausgetestet werden müssen, als beim Ausführungsbeispiel der **Fig. 2**, wo  $\alpha$  aus dem Intervall zwischen 0 und  $Anz_{sub-ges}-1$  ist. Die Vorgehensweise in dem Zweig der zweiten Korrelation 9 ist die gleiche wie anhand von **Fig. 2** bereits beschrieben.

[0027] In dem in **Fig. 1** unten links dargestellten Extremfall, daß die summierten Subintervallgruppen jeweils nur zwei Subintervalle und somit nur eine Zeile der Darstellung in **Fig. 1** umfassen, ist das Ergebnis am Ende der ersten Korrelationen bereits eindeutig und die zweite Korrelation 9 muß nicht mehr durchgeführt werden.

[0028] Die Erfahrung ist nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt. Es sind insbesondere auch andere, in **Fig. 1** nicht dargestellte Zusammenstellungen für die Subintervallgruppen möglich.

40

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Synchronisation einer Eingangs-Chip-Sequenz ( $x(v)$ ) eines CDMA-Signals mit einer Pilot-Chip-Sequenz ( $pn(v)$ ) mit folgenden Verfahrensschritten:
  - Zerlegen der Pilot-Chip-Sequenz ( $pn(v)$ ) in Subintervalle (1, 2, 3, ..., 8),
  - Zusammenfassen einer bestimmten Anzahl ( $2 \cdot Anz_{sub}$ ) der Subintervalle (1, 2, 3, ..., 8) zu Subintervallgruppen,
  - Bilden von einer oder mehreren summierten Subintervallgruppe (n) ( $pn_{\Sigma_1}(v), \dots$ ) durch zeilenweises, paarweises Anordnen jeweils hintereinander folgender Subintervalle (1, 2; 2, 3; 3, 4; ..., 8, 1), wobei das erste Subintervall einer bestimmten Zeile jeweils das zweite Subintervall der vorangegangenen Zeile ist, und spaltenweises Addieren der Chips aller zeilenweise, paarweise angeordneter Subintervalle (1, 2; 2, 3; 3, 4; ..., 8, 1), und
  - Korrelieren der Eingangs-Chip-Sequenz ( $x(v)$ ) mit jeder summierten Subintervallgruppe ( $pn_{\Sigma_1}(v), \dots$ ) in einer ersten Korrelation (5; 5a; 5b) zur Bestimmung eines Versatzes (Offset) zwischen der Eingangs-Chip-Sequenz ( $x(v)$ ) und der bzw. den summierten Subintervallgruppe (n) ( $pn_{\Sigma_1}(v), \dots$ ).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Korrelation (5; 5a; 5b) auf ein erstes Zeitfenster (12) begrenzt wird, das der Anzahl der Chips pro Subintervall ( $Anz_{Chip}$ ) entspricht.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß weniger summierte Subintervallgruppen ( $pn_{\Sigma_1}(v), \dots$ ) gebildet werden als in der Pilot-Chip-Sequenz ( $pn(v)$ ) verschiedene Subintervalle (1, 2, 3, ..., 8) vorhanden sind, wodurch der Versatz (Offset) uneindeutig ist, wobei sich mögliche Ergebnisse für den Versatzes (Offset) um ein Vielfaches ( $\alpha$ ) der Anzahl der Chips pro Subintervall ( $Anz_{Chip}$ ) unterscheiden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Vielfache ( $\alpha$ ) der Anzahl der Chips pro Subintervall ( $Anz_{Chip}$ ) durch eine zweite Korrelation (9) der Eingangs-Chip-Sequenz ( $x(v)$ ) mit der um die möglichen Ergebnisse für den Versatz (Offset) verschobenen Pilot-Chip-Sequenz ( $pn(v)$ ) ermittelt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Korrelation (9) auf ein zweites Zeitfenster (11) begrenzt wird, das einem ganzzahligen Vielfachen der Anzahl der Chips pro Symbol ( $Anz_{Symbol}$ ) entspricht.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß nach jeder ersten Korrelation (5; 5a, 5b) mit einer summierten Subintervallgruppe ( $pn_{\Sigma_1}(v), \dots$ ) jeweils das Maximum des Betrags oder des Betragsquadrats bestimmt wird.

# DE 100 54 517 A 1

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei mehreren ersten Korrelation (5a, 5b) mit mehreren summierten Subintervallgruppe ( $p_{n\Sigma}(v), \dots$ ) das Maximum aus allen ersten Korrelationen (5a, 5b) ermittelt und zur Bestimmung des Versatzes (Offset) verwendet wird. 5
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß beim Bilden der summierten Subintervallgruppe(n) ( $p_{n\Sigma}(v), \dots$ ) beim paarweisen Anordnen der letzten Zeile (8,1) das letzte Subintervall (8) gefolgt von dem ersten Subintervall (1) verwendet wird. 10
9. Computerprogramm mit Programmcode zur Durchführung aller Verfahrensschritte nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wenn das Programm in einem Computer ausgeführt wird.
10. Computerprogramm mit Programmcode, der auf einem maschinenlesbaren Träger gespeichert ist, zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wenn das Programm in einem Computer ausgeführt wird. 10

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

$$\text{Window} = \overbrace{\quad \quad \quad}^{\text{Anz Chips}}$$

$$pn(\nu) = \boxed{1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5 \quad 6 \quad 7 \quad 8}$$

Subintervall

$$\text{Anz Sub ges} = \frac{2^{15}}{\text{Anz Chips}}$$

$$\frac{\text{Anz Sub}}{\text{Anz Sub}} = 1: \quad pn_{\Sigma 1}(\nu) = \boxed{1 \quad 2}$$

$$\frac{\text{Anz Sub}}{\text{Anz Sub}} = 2: \quad pn_{\Sigma 2}(\nu) = \boxed{2 \quad 3}$$

$$\frac{\text{Anz Sub}}{\text{Anz Sub}} = 4: \quad pn_{\Sigma 1}(\nu) = \boxed{1 \quad 2}$$

$$\frac{\text{Anz Sub}}{\text{Anz Sub}} = 8: \quad pn_{\Sigma 1}(\nu) = \boxed{1 \quad 2}$$

$$\vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots$$

$$pn_{\Sigma 6}(\nu) = \boxed{5 \quad 6}$$

$$pn_{\Sigma 2}(\nu) = \boxed{6 \quad 7}$$

$$pn_{\Sigma 8}(\nu) = \boxed{8 \quad 1}$$

$$pn_{\Sigma 1}(\nu) = \boxed{2 \quad 3}$$

$$pn_{\Sigma 1}(\nu) = \boxed{3 \quad 4}$$

$$pn_{\Sigma 1}(\nu) = \boxed{4 \quad 5}$$

$$pn_{\Sigma 1}(\nu) = \boxed{5 \quad 6}$$

$$pn_{\Sigma 2}(\nu) = \boxed{6 \quad 7}$$

$$pn_{\Sigma 2}(\nu) = \boxed{7 \quad 8}$$

$$pn_{\Sigma 1}(\nu) = \boxed{3 \quad 4}$$

$$pn_{\Sigma 1}(\nu) = \boxed{4 \quad 5}$$

$$pn_{\Sigma 1}(\nu) = \boxed{5 \quad 6}$$

$$pn_{\Sigma 1}(\nu) = \boxed{6 \quad 7}$$

$$pn_{\Sigma 1}(\nu) = \boxed{7 \quad 8}$$

$$pn_{\Sigma 1}(\nu) = \boxed{8 \quad 1}$$

allg.:  $pn_{\Sigma \delta}(\nu) \quad \text{mit } \delta = [1, \text{Anz FFT}], \text{ Anz FFT} = \frac{\text{Anz Sub ges}}{\text{Anz Sub}}$

Fig. 1

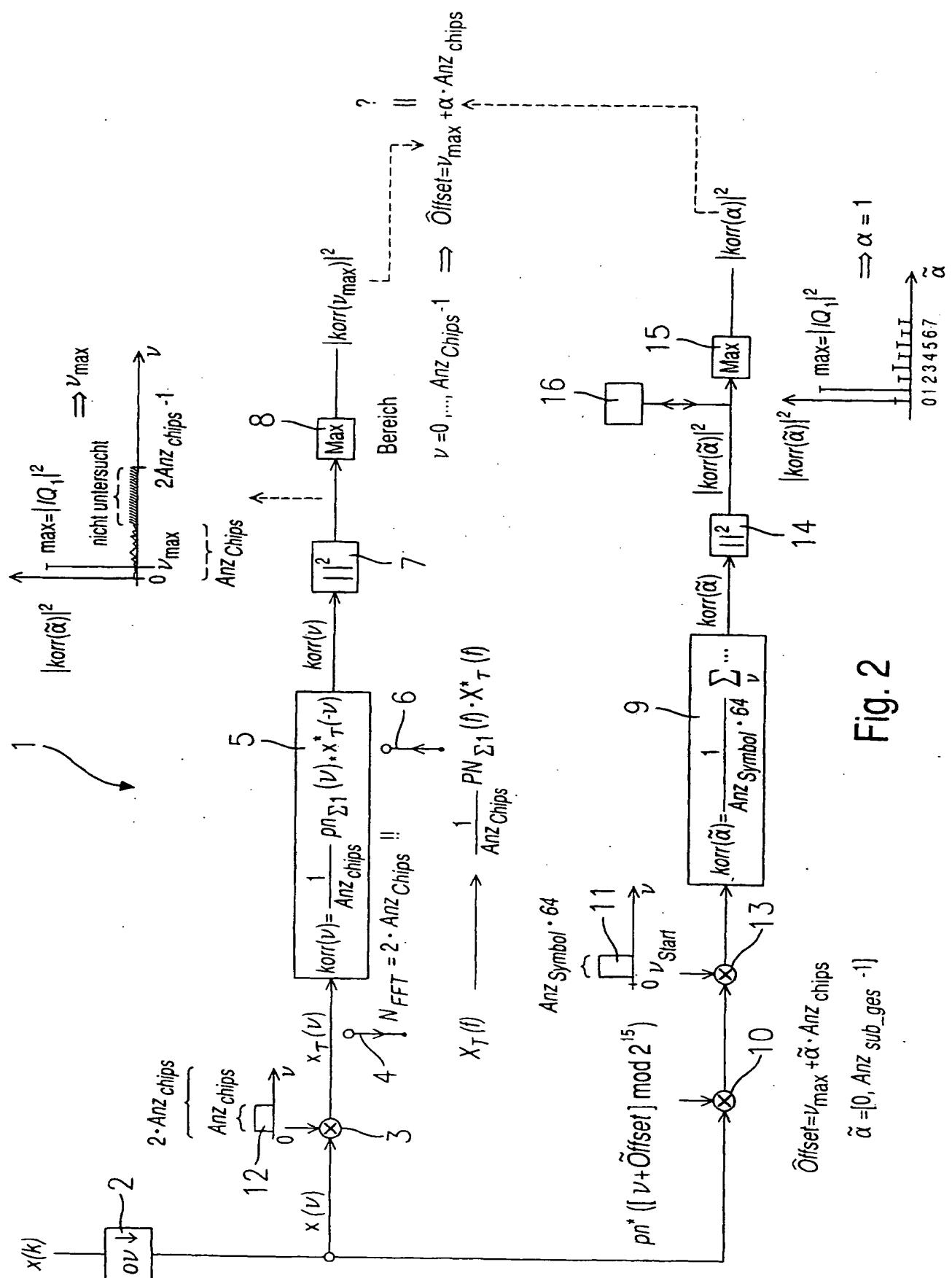


Fig. 2

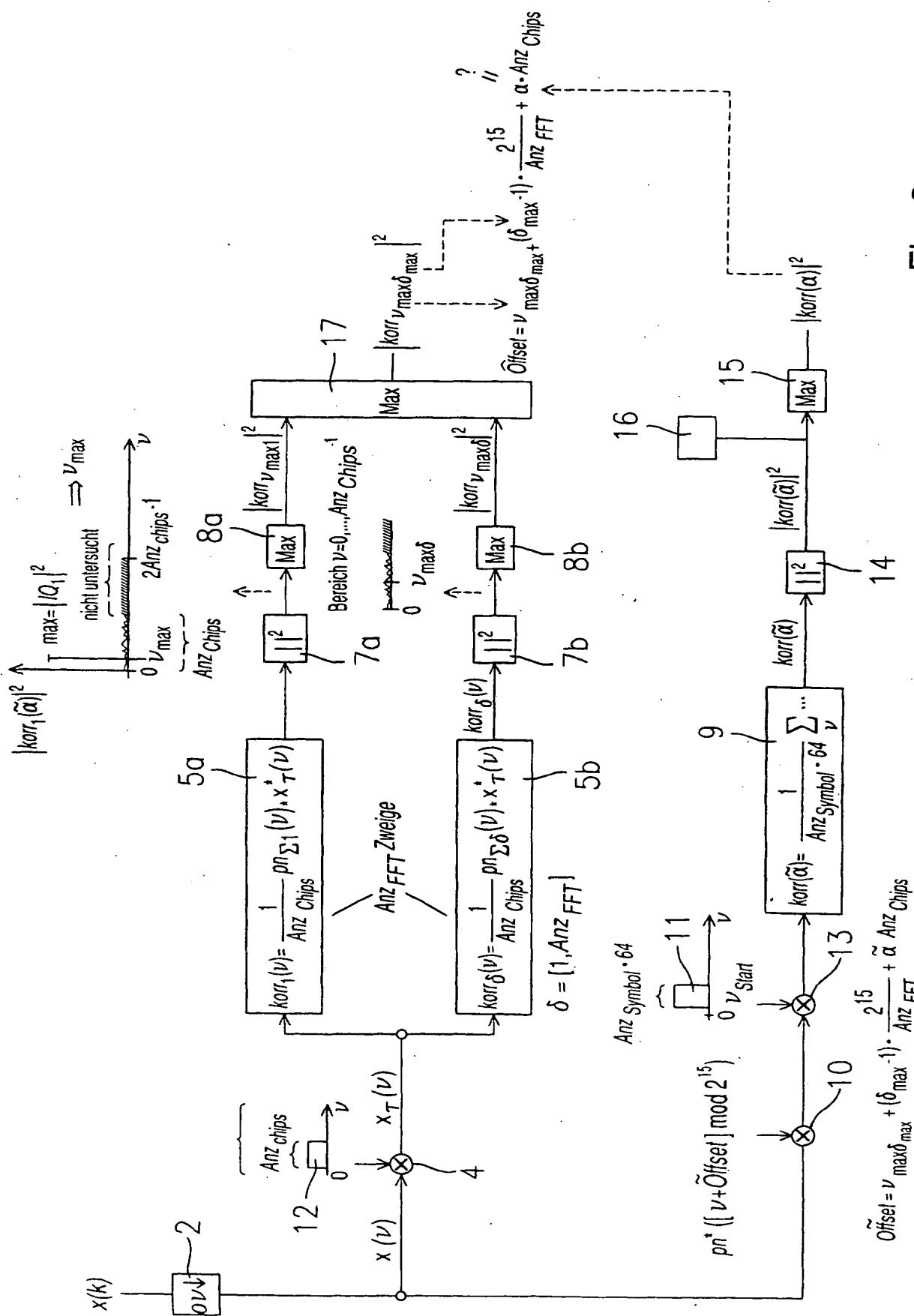


Fig. 3